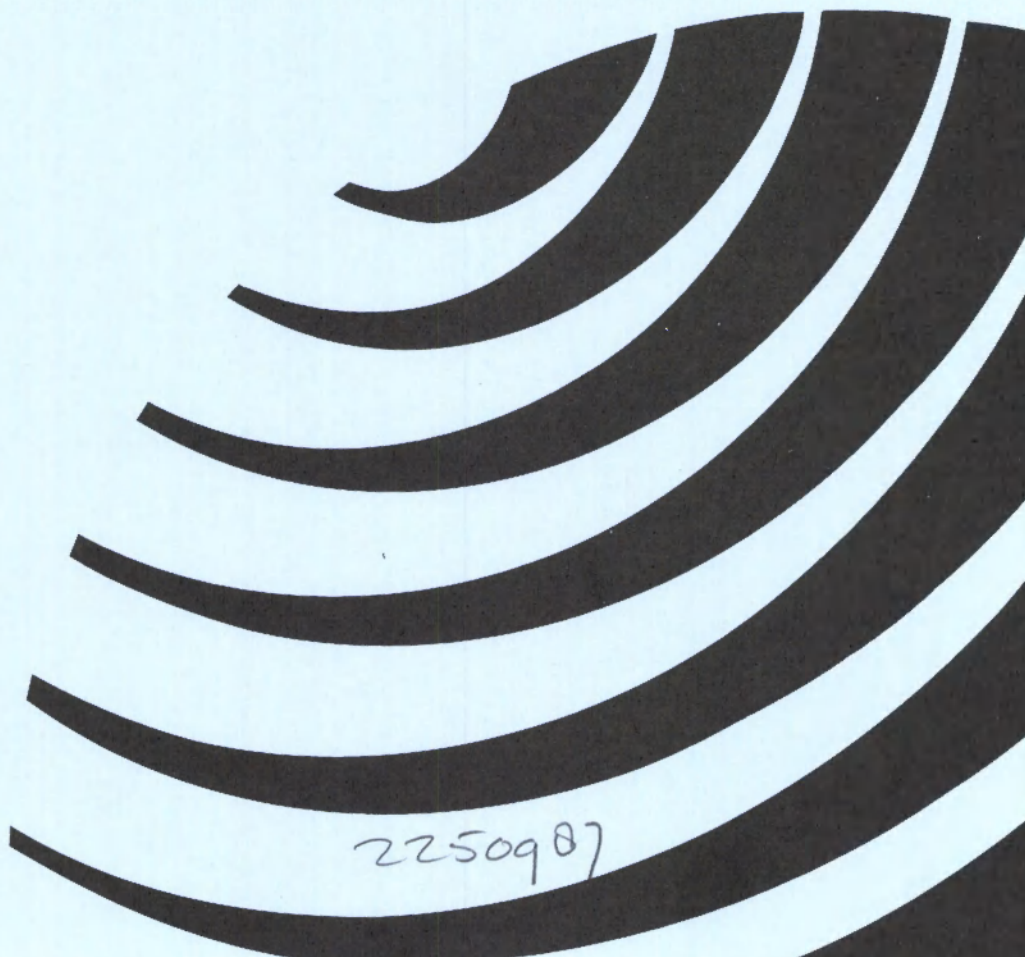


Effect van ethyleen-adsorberende KEEPFRESH dozen op de kwaliteit van een gemengde partij groenten en fruit

H.A.M. Boerrigter
Dr. R.G. Evelo

VERTROUWELIJK

ato-dlo



Effect van ethyleenadsorberende KEEPFRESH dozen op de kwaliteit van een gemengde partij groenten en fruit.

H.A.M. Boerrigter en Dr. R.G. Evelo

Samenvatting

Dit rapport beschrijft de resultaten van een experiment met dozen voorzien van een ethyleenadsorberende laag. Om de werking aan te tonen werd een gevarieerde partij groente en fruitprodukten verpakt, die deels ethyleengevoelig en deels ethyleenongevoelig zijn, en gedurende 6 dagen in klimaatkasten bij 12°C en 18°C bewaard. Dit als simulatie van een afzetketen. Er is aangetoond dat geen ethyleenadsorptie plaatsvond in de lading met speciaal geprepareerde dozen. Een separate meting bevestigde het resultaat dat KEEPFRESH dozen geen ethyleen adsorberen.

Inleiding

Op verzoek van Roermond Papier (KNP-BT) is door ATO-DLO een onderzoek uitgevoerd om het ethyleenadsorberend vermogen van speciaal geprepareerde golfkartonnen verpakkingen na te gaan. De opdrachtgever was met name geïnteresseerd in hoeverre verpakkingen met een dergelijke eigenschap een positieve invloed uitoefenen op de houdbaarheid van ethyleengevoelige groente- en fruitsoorten. Daarom is een test uitgevoerd waarbij verschillende produkten verpakt werden in gewone en speciale verpakkingen. Na een opslagperiode van 6 dagen bij 12° en 18°C is het produkt aan de hand van diverse produktkwaliteitskenmerken beoordeeld. In dit rapport wordt verslag gedaan van de resultaten van deze test.

Ethyleen

Productie

Ethyleen (C_2H_4) is een gasvormig plantehormoon. Dit hormoon start, reguleert en stimuleert de rijping van produkten. Er zijn grote verschillen tussen allerlei soorten produkt wat betreft de productie van ethyleen. Rijpe appels kunnen tot 1000 $\mu\text{l/kg.h}$ (20°C) ethyleen produceren, maar rijpe mango's produceren minder dan 0.1 $\mu\text{l/kg.h}$. Ook binnen dezelfde soort komen grote verschillen voor. Groene tomaten produceren ca. 0.1 $\mu\text{l/kg.h}$ (20°C) maar rode tomaten produceren tot 30 $\mu\text{l/kg.h}$. Sommige produkten (climacterische) kunnen tot autokatalyse worden aangezet. Aanvankelijk is er dan sprake van een zeer lage ethyleenproductie. Op het moment dat, door welke oorzaak dan ook, de interne ethyleenconcentratie boven een bepaalde drempelwaarde komt, start er een kettingreactie waarbij excessief meer ethyleen gevormd wordt dan in het daarvoor liggende stadium. In het algemeen geldt dat autokatalyse een onomkeerbaar proces is. Het verwijderen van extern ethyleen heeft in dat stadium geen invloed meer op het ethyleenproductie proces. Behalve voor broccoli, geldt dat vrijwel alle groenten een zeer lage ethyleenproductie hebben.

Ethyleenproductie is temperatuurafhankelijk. Bij een hogere temperatuur produceert een produkt meer ethyleen. Naast plantaardige bronnen zijn er nog enkele andere ethyleenproducenten. Uitlaatgassen van verbrandingsmotoren en van industriële activiteiten kunnen ethyleen bevatten. Het type motor en eventueel gebruik van reinigingssystemen bepaalt de hoeveelheid ethyleen in deze gassen. Bekend is verder dat sommige micro-organismen veel ethyleen kunnen produceren. Bij de bewaring van tuinbouwprodukten is de in tulpebollen voorkomende *Fusarium*schimmel de meest bekende vertegenwoordiger van deze categorie.

Gevoeligheid

Produkten kunnen in grote mate verschillen in ethyleengevoeligheid. Paprika's zijn vrij ongevoelig maar bijvoorbeeld spruiten zijn wel gevoelig. Daarnaast is de ethyleengevoeligheid van hetzelfde type produkt afhankelijk van zijn ontwikkelings- c.q. rijpheidsstadium. Produkten kunnen gevoelig zijn in de pre-climacteriële fase (groene tomaten) maar ongevoelig in de climacteriële (autokatalytische) fase (rode tomaten).

Onderscheid moet worden gemaakt tussen gewenste en ongewenste ethyleeneffecten. Een voorbeeld van gunstige effecten van ethyleen op de rijping van produkt is het rijpen van bananen. Groene onrijpe bananen worden door middel van ethyleenbegassing tot afrijpen gestimuleerd.

De aanwezigheid van extern ethyleen leidt vaak tot ongewenste effecten. Tijdens de distributie wordt de afleving van een produkt vertraagd door het te bewaren bij een lage temperatuur en door het gebruik van beschermende verpakkingen. Eventueel aanwezig extern ethyleen zorgt ervoor dat de

afleving juist wordt versneld. In dergelijke situaties is het verwijderen van ethyleen gewenst. Enkele voorbeelden van ongewenste ethyleeneffecten zijn: geelverkleuring van komkommers, kelkrot van aubergines, loslaten van schutbladeren bij sluitkool, geelverkleuring van broccoli, stevigheidsverlies bij appels etc.

Ethyleenschade

Of er schade optreedt en in welke mate hangt af van meerdere factoren:

- rijpheidsstadium van het produkt.
- blootstellingsduur.
- ethyleenconcentratie
- temperatuur.
- biologische bescherming: STS, AVG, AOA, CO₂ en O₂

Dosis-respons relaties die de verbanden tussen deze factoren beschrijven zijn niet voor alle produkten bekend. De best onderzochte produkten in dit verband zijn: komkommers, aubergines, bananen, tomaten, broccoli, witlof, potplanten en snijbloemen.

Ethyleenadsorberend karton

KEEPPFRESH is een methode waarbij in golfkarton tijdens het productieproces een adsorbant wordt geïncorporeerd. Deze adsorbant kan ethyleen oxyderen (chemisorptie). Met deze ethyleenscrubber in het verpakkingsmateriaal zou kunnen worden voorkomen dat verse ethyleengevoelige produkten tijdens de distributie schade dan wel versnelde afleving vertonen.

Ethyleengevoelig produkt (produceert zelf nauwelijks ethyleen) ingepakt in KEEPPFRESH dozen wordt dan als het ware door een schild tegen extern aangevoerd ethyleen beschermd. Produkten met een hoge ethyleenproductie (meestal zelf ongevoelig) worden onschadelijk gemaakt voor de directe omgeving omdat ze daarvan worden afgeschermd door de doos met adsorberende laag.

Deze zienswijze vereist in elk geval een gesloten doos hetgeen i.v.m. koeling, condensvorming en daardoor rotproblemen ongebruikelijk is in deze groep van bederfelijke tuinbouwprodukten. De adsorbant moet in staat zijn om al op een zeer laag concentratieniveau effectief de ethyleen te verwijderen. Komkommers vertonen bijvoorbeeld al versnelde geelverkleuring bij 0.5 ppm (parts per million). Ook moeten eisen gesteld worden aan de adsorptiecapaciteit om te voorkomen dat hoog ethyleenproducerende produkten, bijv. appels of tomaten het karton al in zeer korte tijd zouden verzadigen zodat de beschermende werking van een dergelijke verpakking zou wegvallen voordat de distributieketen is voltooid.

EXPERIMENT 1

Materialen en methoden

Kwaliteitsverloop in een menglading

Er zijn 2 typen ethyleenadsorberende KEEPFRESH dozen geleverd. Eén doos is qua uiterlijk identiek aan de standaarddozen; de andere doos wijkt daarvan af door zijn verhoogde zijkanen. Verondersteld wordt dat dit type doos zichzelf afsluit als het wordt gestapeld. De bodemmaat van de dozen is 30*40cm. De hoogte is 15cm. In 10 dozen van elk type worden 5 produktsoorten (2 dozen per produkt) verpakt met bekend gedrag wat betreft ethyleengevoeligheid en -produktie.

Deze produkten zijn:

- aubergine: lage produktie-hoge gevoeligheid d.w.z. schade aan kelk
- rode tomaten: hoge produktie-lage gevoeligheid
- komkommer: lage produktie-hoge gevoeligheid d.w.z. geelverkleuring
- groene bananen: lage produktie-hoge gevoeligheid d.w.z. geelverkleuring
- rijpende bananen: hoge produktie-lage gevoeligheid

Dezelfde verzameling wordt ook verpakt in standaarddozen (4 dozen per produkt). Van beide partijen wordt een stapeling gemaakt om een menglading na te bootsen. De Nederlandse exporthandel bestaat voornamelijk uit dit soort samengestelde ladingen. Deze stapels worden in 2 nauwkeurig regelbare klimaatkamers geplaatst; alle KEEPFRESH dozen in één kast en de standaard dozen in de andere. Op deze wijze wordt een goede simulatie van een praktijksituatie verkregen. De uitkomsten van dit experiment zijn direct vertaalbaar naar de praktijk.

De temperatuur wordt gedurende 24 uur (transportduursimulatie) op 12°C gehandhaafd en niet lager in verband met de hoge gevoeligheid voor lage temperaturen van de gekozen produkten. De relatieve luchtvochtigheid wordt gehandhaafd op 95%. Daarna wordt 5 dgn. lang een temperatuur aangehouden van 18°C om de afzet van het produkt in de detailhandelsfase te simuleren.

Observaties

Na 6 dgn. 12° resp. 18°C is op basis van visuele inspectie vastgesteld wat de invloed is van ethyleenadsorberende dozen op de kwaliteit van genoemde produkten in vergelijking met niet behandelde identieke dozen.

Bij aubergines wordt daarbij gelet op loslaten van de kelk en excessieve rotaantasting. Komkommers en bananen worden beoordeeld op geelverkleuring. Van rode tomaten en rijpe bananen wordt verondersteld dat ze niet gevoelig zijn voor extern aangevoerd ethyleen.

Resultaten

In tabel 1 staan de resultaten weergegeven van de kleurverschillen van diverse produkten in de verschillende verpakkingen.

Tabel 1: Kleurontwikkeling van diverse produkten in KEEPFRESH en standaard dozen na 1 dag bewaring bij 12°C en 5 dagen 18°C.

	Kleurwaarde ^a					
	standaard doos		KEEPPFRESH lage doos		KEEPPFRESH hoge doos	
	dag 0	dag 6	dag 0	dag 6	dag 0	dag 6
komkommers	2	4	2	8	2	6
rode tomaten	8	11	8	11	8	11
aubergine	-	-	-	-	-	-
gele bananen	3	6	3	10	3	10
groene bananen	1	4	1	7	1	7

a: Bij bananen en komkommers is de kleurwaarde uitgedrukt in een schaal van 0=groen tot geel=10. Bij tomaten is een classificatie gebruikt volgens een CBT-kleurenkaart (1= hard groen 12= donkerrood). Aubergines zijn niet op kleur beoordeeld.

Er is een tegengesteld effect opgetreden ten aanzien van het verwachte resultaat. Er is meer ethyleenschade in de KEEPPFRESH lading vergeleken met de standaard dozen lading. Groene en gele bananen zijn verder doorgekleurd, evenals de komkommers. De verklaring voor dit fenomeen is dat er een hogere ethyleenconcentratie aanwezig was in de klimaatkast met ethyleenadsorberende dozen vergeleken met de ethyleenconcentratie in de tweede klimaatkast met alleen standaard dozen. Deze veronderstelling wordt bevestigd middels de verrichte gasmetingen. De resultaten daarvan staan weergegeven in tabel 2.

Tabel 2: Gasconcentraties tijdens de opslag van diverse produkten in KEEPFRESH en standaard dozen.

Tijd (uur)	Ethyleen (ppm-vol.)		Koolzuurgas (%-vol.)	
	Kast 1	Kast 2	Kast 1	Kast 2
0	1.0	0.11	2.1	0.18
4	1.2	0.08	2.4	0.18
8	1.3	0.12	2.6	0.18
12	1.4	0.15	2.8	0.19
16	1.5	0.12	3.1	0.20

Uit tabel 2 blijkt duidelijk dat meer kleurverandering (zie tabel 1) inderdaad samengaat met hoge ethyleenconcentraties. De verschillen in koolzuurgasconcentraties vertonen eveneens het beeld dat kast 2 meer luchtventilatie had dan kast 1. Door ook tegelijkertijd met de ethyleenmeting het koolzuurgasgehalte te bepalen hebben we ons een middel verschaft om ethyleenadsorptie-effecten te onderscheiden van ventilatie-effecten.

De KEEPFRESH dozen zijn dus niet in staat om in een vrij dichte ruimte de ethyleenconcentratie laag genoeg te houden om nadelige fysiologische effecten tegen te gaan. Het effect van ventilatie overtreft het effect van ethyleenadsorptie.

Het produkt reageert zoals voorspeld op de aanwezigheid van ethyleen. De verschillen tussen beide klimaatkasten werden veroorzaakt door verschillende luchtventilaties in beide kasten.

Komkommers in hoge KEEPFRESH dozen zijn groener gebleven (tabel 1) in vergelijking met komkommers verpakt in de lage doos. Verondersteld mag worden dat het verschil wordt veroorzaakt door het verschil in doosontwerp. De komkommers in de standaarddoos zijn groener gebleven in vergelijking met komkommers verpakt in KEEPFRESH dozen.

Aubergines, tomaten en gele bananen

De kwaliteitsbeoordeling van de aubergines liet een identiek beeld zien in vergelijking met de kwaliteitsbeoordeling (verkleuringen) aan de andere produkten. Bij hoge ethyleenconcentraties, dus in de klimaatkast met KEEPFRESH dozen, was er sprake van massaal loslaten van het kroontje.

De doorkleuring van de rode tomaten is zoals verwacht niet beïnvloed door verschillende ethyleenconcentraties. Climacterische tomaten met een autokatalytische ethyleenproductie kunnen dus niet meer geremd worden door weghalen van extern ethyleen.

De kleurontwikkeling van gele bananen (althoewel nog erg groen bij aanvang van de proef) wordt wel enigszins geremd onder invloed van een lagere externe ethyleenconcentratie.

Gewichtsverlies

Meting van de gewichtsverliezen van de diverse produkten laat ook zien dat beide klimaatkasten een groot verschil in luchtverversing vertoonden. Meer ventilatie leidt tot meer indroging. In tabel 3 wordt de procentuele indroging gegeven van de diverse verpakkingen.

Tabel 3: Percentage indroging van produkten in KEEPFRESH en standaard dozen na 6 dagen bewaring bij 12° resp. 18°C.

Produkt	Percentage massaverlies (% tov begingewicht)		
	kast 1 (KEEPPFRESH lading)		kast 2
	hoge doos	lage doos	stand. doos
rode tomaten	0.5	1.1	2.5
komkommers	3.7	2.7	11.3
aubergines	2.1	2.1	5.8
bananen (geel)	1.7	2.8	3.4
bananen (groen)	1.4	2.2	3.1

Uit de cijfers blijkt duidelijk dat er meer indroging is in de kast met meer luchtventilatie. De hoge KEEPFRESH doos vertoont iets minder massaverlies met uitzondering van komkommers waarbij het beeld andersom is. Wellicht dat de komkommers in de bovenste niet afgesloten doos waren geplaatst.

EXPERIMENT 2

Ethyleenadsorptie in KEEPFRESH golfkarton

Enkele KEEPFRESH dozen werden gebruikt voor een meer fysisch gericht experiment. In deze dozen werden rode tomaten (stadium 8 vlgs. CBT kleurenkaart) verpakt. Dergelijke tomaten hebben een hoge ethyleenproduktie. De dozen met tomaten werden in dunne (11 µm) PE-rekwikkelfolie geseald. Na 4 dagen bewaring wordt met behulp van een gaschromatograaf tegelijkertijd de ethyleen- en de koolzuurgasconcentratie gemeten van een KEEPFRESH doos en een standaarddoos die op identieke wijze zijn verpakt. De hypothese is dat de verpakking: in PE gesealde KEEPFRESH doos, lagere concentraties oplevert ten opzichte van de ingesealde standaarddoos. Deze metingen werden onder laboratoriumcondities uitgevoerd, dus in een niet geklimatiseerde ruimte. Het produkt doet uitsluitend dienst als relevante ethyleengenerator.

Resultaten ethyleenadsorptiemeting

In tabel 4 staan de ethyleen- en de koolzuurgasconcentraties, die gedurende 16 uur op dag 4 gemeten zijn in de beschreven dichtgesealde verpakkingen.

Tabel 4: Ethyleen- en koolzuurgasconcentratie in dichtgesealde KEEPFRESH en standaard golfkartonnen dozen met tomaten als ethyleenbron.

Tijd (uur)	Gasconcentraties in dichtgesealde (PE) verpakkingen			
	standaard doos		KEEPFRESH	
	ethyleen (ppm-vol.)	koolzuurgas (%-vol.)	ethyleen (ppm-vol.)	koolzuurgas (%-vol.)
0	-	-	656	3.8
4	659	4.0	659	3.8
8	654	4.0	660	3.8
12	654	4.0	665	3.9
16	654	4.0	670	3.9

De standaarddoos bevat nog iets minder ethyleen dan de KEEPFRESH doos. Dit kleine verschil is goed toe te schrijven aan de biologische variatie van de tomaten in de verschillende dozen. Deze meting bevestigt het resultaat van de produktproef (exp.1). Het KEEPFRESH golfkarton vertoont **geen** enkel ethyleenadsorberend vermogen. Zowel ethyleen als koolzuurgasmeting laten zien dat beide verpakkingen vrijwel identiek waren samengesteld.

Conclusies

- KEEPFRESH dozen voorzien van een ethyleenadsorberende component hebben **geen** ethyleenadsorberend vermogen.
- Er is wel verschil in produktkwaliteit in dit experiment opgetreden. Dit werd veroorzaakt door verschillende ethyleenconcentraties in de gebruikte klimaatkasten. De concentratieverschillen zijn het gevolg van een verschil in luchtverversing. KEEPFRESH dozen kunnen dus het effect van ventilatie op geen stukken na evenaren.
- De verschillende produkten reageerden op bekende wijze op ethyleenconcentratieverschillen.